



TITLE:

マツ属の肥大生長の季節変化

AUTHOR(S):

大畠, 誠一; 田中, 弘之; 藤本, 博次; 中井, 勇

CITATION:

大畠, 誠一 ...[et al]. マツ属の肥大生長の季節変化. 京都大学農学部演習
林報告 1977, 49: 20-29

ISSUE DATE:

1977-10-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191642>

RIGHT:

マツ属の肥大生長の季節変化

大畠誠一・田中弘之・藤本博次・中井 勇

Seasonal Changes of Cambial Growth and Leader Elongation in Pines

Sei-ichi OOHATA, Hiroyuki TANAKA,
Hirotugu FUJIMOTO, Isamu NAKAI

要 旨

マツ属の生育上の性質を知るために、上賀茂試験地に植栽されているマツ属26種の幹の肥大生長と主軸伸長の季節的な変化を調べた。

測定は1975年春から生育期間内を通じて行なわれ、1部の種については1976年に追加測定された。1973年に調べられた針葉の生長の季節変化の資料を加えて、主軸伸長と肥大生長の季節的な生長経過およびそれらの相互関係を比較検討し、その結果は次のようにまとめられた。

1. マツ属の肥大生長は3月下旬から4月上旬の頃に始まり、11月まで続くが、肥大生長の経過は種によってほぼ決った季節変化の様式をもち、いくつかの肥大生長様式に分けられる。それらの様式はマツ属の伸長様式と密接な関係が認められた。主軸伸長の様式との関係からマツ属の幹の肥大生長様式は、単節型と多節型の *P. taeda* 型、*P. banksiana* 型に分けられた。

2. 単節型に属するほとんどのマツ属では、幹の肥大生長は主軸の伸長に伴って始まり、伸長がほぼ停止し、葉の生長が盛んになる夏には生長低下期を迎える。葉がほとんど伸長した段階で秋の肥大生長が始まる。KIENHOLZ¹⁾によって説明されたように、これらのマツ属グループの夏の生長低下は貯蔵養分の消費に起因し、秋の生長の増大は新しい葉の生産によるものと思われる。

3. 多節型のマツ属で *P. taeda* 型の主軸伸長様式をもつマツ属の肥大生長は、主軸伸長の開始に伴う春の生長が低く、夏以後に生長の最盛期を迎える。これらのマツ属では単節型のマツ属と対照的に冬期に養分貯蔵を行なう生活様式でなく、主に生育期間内に同化された物質によって主軸伸長、および肥大生長を行なう様式をもつものと思われる。

4. 多節型のマツ属で *P. banksiana* 型の主軸伸長をするマツ属の肥大生長は夏の生長低下が明確に認められず、ほぼ一定の速度で秋まで生長を続ける。これらのマツ属は単節型と *P. taeda* 型の中間的な生長様式をもつものと推測された。

は じ め に

球果植物のうちで最も多い種を擁するマツ属は北半球の熱帯から寒帯まで広い地域に分布しているが、植物の生育に適した場所では新しく進化した被子植物群の勢力におされて山岳部に残存して生育する場合が多い。これらの地域で森林を伐採、その他によってとり除くとある種のマツ属は二次林の構成種としていち早くそれらの地域に進出する性質があるためにマツ属は林業上重

要な樹種の一つとみなされている。にもかかわらず、これらのマツ属の重要な性質は十分に理解されているとは限らない。マツ属が多種を擁し、広い地域にわたって分布していることは重要な意味があるものと思われるが、この問題に関する検討もあまりなされていない。

筆者らは京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地に育成された世界各地のマツ属を材料として、新梢の形態と伸長²⁾、針葉の伸長³⁾などの生長経過を調べることによって、マツ属の種の特性および環境条件に対する対応のちがいにに関する比較検討を行ってきた。試験地に植えられたマツ属は春、暖かい季節が訪れると前年に蓄積した物質を消費して一斉に生長を開始する。しかし、その後の生長経過は種によって固有の性質があり、頂芽（主軸）の伸長はいくつかの様式に分けられた。マツ属が多種を擁し、それぞれの気候に適応していることとマツ属が他の針葉樹類にはみられない頂芽の形態、伸長様式その他に多様性をもつこととは無関係ではないであろう。

この報告はマツ属の主軸の形態と伸長、針葉伸長に関する報告と一連をなすもので、上賀茂試験地に導入された外国産マツ属の幹の肥大生長に関する調査の報告である。同時に、主軸伸長も測定し、1973年度に調べられた針葉伸長の調査結果もあわせてマツ属の生長に関する様式を季節的なリズムによって比較検討したものである。

この報告をまとめるにあたり、御指導をいただいた森林生態学研究室の堤利夫教授、適切な助言をいただいた演習林の古野東洲、赤井龍男両助教授に謝意を表したい。なお、材料は上賀茂試験地の職員によって育成管理されたものであることを附記したい。

材料と測定方法

調査に用いられたマツ属はすべて京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地で育成された材料で、*Haploxydon* に属するマツ属6種、*Diploxydon* に属するマツ属20種である。特に若い樹令のマツ属は生長のリズムが異なるため、調査対象から除き、調査されたそれぞれの種類、樹令、原産地などは一括して表-1に示した。

調査を行なった1975年度の上賀茂試験地の年平均気温は14.5°Cで、9月に降水量がやや少なく(162.3mm)、10月に多い(236.4mm)傾向が見られたが年間降水量は1780mmで平年なみであった。これらの気象条件が平年に比べてマツ属の生育に異常をきたしたとは思われない。

ほとんどのマツ属の主軸および直径生長の測定は1975年の3月から11月まで、各月に2回行なった。また、一部は1976年に補足した。測定方法はマツ属の主軸の生長に先だつ3月に、前年度に生長した2年生の主軸（幹）にステンレス製の虫ピンを刺して測定点の目印として、この点から1cm上の幹直径をノギスにより2方向測定した。主軸の伸長測定は虫ピンから先端までの長さを折れ尺により測定した。

幹の肥大生長の初期段階は樹木の上層部より始まり、基部に向って生長が進むため、1本の幹でも測定部位のちがいにより、生長開始期にやや差があるといわれている⁴⁾。また、幹直径には日周変動⁵⁾のあることが知られている。このため、直径が大きな幹では日周変動の影響により測定がバラツクおそれがある。そこで、生長開始期には多少問題は残るけれども肥大生長差が明確にあらわれ、日周変動差が小さいと思われる幹の細い部分を測定したものである。

この実験は種間の比較検討が目的であるので、マツ属種内の生長様式がほぼ同じであることが前提条件となる。そこで、調査の一つは苗畑に植えられている5年生の *Pinus densiflora*, *P. thunbergii*, *P. strobus*, *P. massoniana*, *P. rigida*, *P. banksiana* の各種につきそれぞれ5個体の主軸伸長と肥大生長を調べ、種内と種間のちがいを検討した。ただし、*P. rigida* の2個体、*P. banksiana* の3個体は実験途中で虫害を受けたため、それらの個体の調査は中止した。他の調査

Table 1. Description of pines measured

SECTION AND GROUP	SPECIES	AGE	TREE HEIGHT (cm)	REGION
HAPLOXYLON				
CEMBRAE				
CEMBRAE	<i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.	23	173	East and Southeast Asia
FLEXILES	<i>P. armandi</i> Franch.	6	120	"
STROBI	<i>P. morrisonicola</i> Hayata	7	180	"
	<i>P. excelsa</i> Wall.	4	45	"
	<i>P. monticola</i> Dougl. et Lamb.	7	125	Western America
	<i>P. strobus</i> L.	4	80	Eastern America
DIPLOXYLON				
PARAPINASTER				
LONGIFOLIAE	<i>P. longifolia</i> Roxb. et Lamb.	10	63	East and Southeast Asia
PINEAE	<i>P. pinea</i> L.	3	52	Mediterranean Region
PINASTER				
LARICIONES	<i>P. massoniana</i> Lamb.	5	420	East and Southeast Asia
	<i>P. dedsiflora</i> Sieb. et Zucc.	5	210	"
	<i>P. sylvestris</i> L.	6	120	Northern Eurasia
	<i>P. thunbergii</i> Parl.	6	330	East and Southeast Asia
	<i>P. nigra</i> Arnold.	5	110	Mediterranean Region
	<i>P. taburaeformis</i> Carr.	3	35	East and Southeast Asia
AUSTRALES	<i>P. jeffreyi</i> Grev. et Balf.	3	31	Western America
	<i>P. engelmannii</i> Carr.	6	83	Mexico and most of Central America
	* <i>P. elliotii</i> Engelm.	6	250	Eastern America
	* <i>P. taeda</i> L.	6	220	"
	* <i>P. echinata</i> Mill.	5	230	"
INSIGNES	<i>P. pinaster</i> Ait.	4	115	Mediterranean Region
	* <i>P. virginiana</i> Mill.	5	190	Eastern America
	* <i>P. rigida</i> Mill.	6	190	"
	* <i>P. banksiana</i> Lamb.	6	170	"
	* <i>P. contorta</i> Lougl. et Loudon.	6	115	Western America
	* <i>P. greggii</i> Engelm. et Parl.	5	160	Mexico and most of Central America
	* <i>P. patula</i> Schl. et Cham.	5	180	"

10)

Classification of pine species by SHAW.

* Multi-nodal type of leader elongation

は主に林地に育成されている種を対象に1種につき1個体、肥大生長と伸長生長の測定を行なった。

測定結果

1. 肥大生長の種内と種間差

マツ属の主軸の伸長は伸長様式と芽の形態のちがいから単節型 (UNI-NODAL TYPE) と多節型 (MULTI-NODAL TYPE) に分けられ、多節型のマツ属はさらに *P. taeda* 型と *P. banksiana* 型に分けられている。マツ属の主軸伸長が種によってほぼ決った伸長様式に従う性質についてはすで

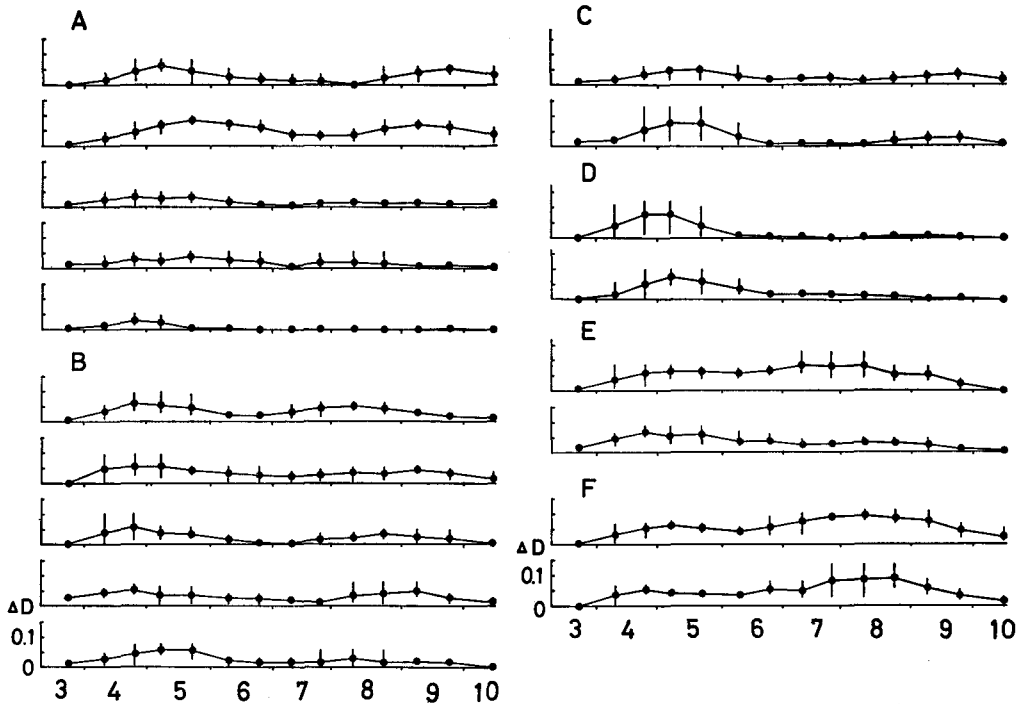


Fig. 1. Seasonal course of diameter growth in respective samples of several pine species (daily increment in mm).

UNI-NODAL-Type; A: *Pinus thunbergii*, B: *P. densiflora*, C: *P. massoniana*, D: *P. strobus*, *P. banksiana*-Type; E: *P. banksiana*, F: *P. rigida*

に検討したので、ここでは幹の肥大生長に関する種内と種間の検討を行なった。その結果の一部を図-1に示した。

単節型のマツ属の *P. densiflora*, *P. thunbergii* のそれぞれ 5 個体の肥大生長は個体間で大差が認められず、他の種についても同様の傾向がみられた。

P. densiflora と *P. thunbergii* の肥大生長は3月下旬または4月上旬頃に始まり、4、5、6月に急激な生長を示し、夏の7、8月に生長速度が低下する。その後9、10月に春の生長ほど急激ではないが、再び生長速度の高まりが認められ、11月頃に停止する(図-1, A, B)。おおまかにみれば、これらのマツ属では1生育期に春と秋の2回の生長がみられる。このような幹の生長は幹の呼吸速度が高まる季節とも対応している。⁶⁾*P. densiflora* では夏の生長低下が、*P. thunbergii* よりやや早く訪れ、8月から9月頃に生長の回復が認められ、両種間で多少のちがいがみられるけれども肥大生長の経過はお互によく似た生長様式に従っているため識別することは困難であろう。

単節型の伸長様式をもつ外国産マツ属の *P. massoniana*, *P. strobus* の肥大生長も *P. densiflora*, *P. thunbergii* によく類似した生長を示している(図-1, C, D)。*P. strobus* では春の肥大生長が年間生長の大部分を占め、夏、秋では停止することはないもののその生長はわずかである。秋の肥大生長が明確に認められない *P. strobus* のような生長経過は *P. densiflora* の形成層活動を調べた結果でも例があるので、*P. strobus* がもつ特異な生長とみなすことはできない。また、*P. massoniana* では夏にやや盛んな生長が認められるけれども種特有の性質であるとは断定できない。

多節型のマツ属の *P. rigida*, *P. banksiana* の肥大生長は単節型のマツ属4種の生長とは明かに異なり、3月下旬から生長を開始した幹は10月すぎまで単調に肥大を続ける傾向があり、夏の生長低下がほとんど認められない(図-1, E, F)。ただし、*P. rigida* では春よりも秋に肥大生長の最盛期があらわれるように思われる。しかし、*P. rigida* と *P. banksiana* の間ではやはりよく似た生長経過をもつため、種間を識別することは難しい。

以上から、ノギスによって2年生の幹の直径を測定して肥大生長を比較する方法によれば、種内における個体間には大差はないものの1個の測定資料によって種間の生長のちがいを論ずることはかなりむづかしく、明確な特徴がない限り注意を要することになる。しかし、すくなくとも主軸の伸長様式が異なる種間での比較検討は可能であるように思われる。

2. 単節型の伸長様式をもつマツ属の肥大生長

我が国を原産地とする *P. densiflora*, *P. thunbergii* の主軸伸長は3月下旬頃より始まり、6月下旬まで伸長を続け、その後冬芽を形成して翌春まで伸長を停止する。葉の伸長は主軸伸長が盛んな5月上旬頃から伸長を開始して8月または9月まで生長を続ける(図-2)。一方、幹の肥大生長は主軸の伸長開始前後から始まり、伸長生長と共に最盛期を迎える。その後葉の伸長期間内では生長は低下し、葉の生長が完了する頃から秋の第2回目の肥大生長が始まる。以上の生

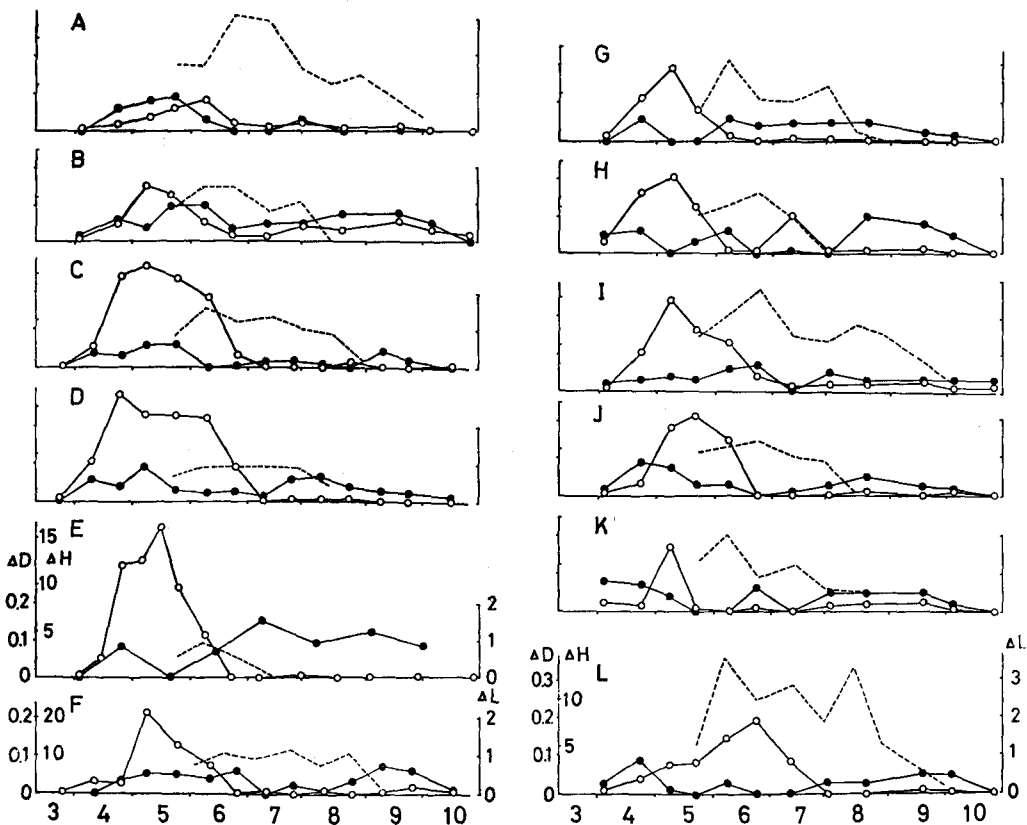


Fig. 2. Seasonal course of stem diameter growth (ΔD : solid circle), leader elongation (ΔH : open circle) and needle elongation (ΔL : broken line) in several *Diploxylon* pines of uni-nodal type of shoot elongation (daily increment in mm).

A: *P. longifolia*, B: *P. pinea*, C: *P. massoniana*, D: *P. densiflora*,
E: *P. sylvestris*, F: *P. thunbergii*, G: *P. nigra*, H: *P. taburaeformis*,
I: *P. pinaster*, J: *P. rudis*, K: *P. jeffreyi*, L: *P. engelmannii*

長経過は佐多が *P. thunbergii* で得た結果とほぼ同じである。

単節型で *Diploxylon* に属する *P. massoniana* は外国産マツの多くの種は *P. densiflora*, *P. thunbergii* とほぼ同様の生長経過をたどった。メキシコを原産地とする *P. engelmannii* は長い針葉をもつ種であり、長い針葉をもつマツは針葉の伸長期間が長く、10月初旬まで伸長を続ける³⁾。このため、夏の肥大生長の低下期は葉がある程度伸長した段階であられ、秋の回復もやはり葉の伸長期間内にあらわれる(図-2)。このことは、針葉の伸長停止期と秋の肥大生長回復期とは直接関係していない例証である。単節型のマツ属のうちでも地中海沿岸地域を原産地とする *P. nigra*, *P. pinea*, *P. pinaster*, ヨーロッパを原産地とする *P. sylvestris*, 北アメリカ西部を原産地とする *P. jeffreyi* は *P. densiflora*, *P. thunbergii* とやや異なる肥大生長経過を示した。ヨーロッパ地域のマツ属は針葉の伸長期においても肥大生長低下が明確でなく(図-2), *P. jeffreyi* は5月に低下期があらわれる。

Haploxylon に属するマツ属の *P. strobus*, *P. monticola*, *P. armandi*, *P. excelsa* など, *Strobi* に属する大部分の種では *P. densiflora* に類似した生長経過を示した(図-3)。しかし、これらのグループでも、今回調べられたうちで最も南に分布する *P. morrisonicola* では夏の生長低下が明確でなく、秋に最大の肥大生長を示した。この種は肥大生長だけでなく、単節型であっても主軸の伸長が2回連続する個体も認められた。このため、主軸伸長期は著しく長い(図-3, C)。このような生長様式は低緯度地域に分布し、そこで適応したマツの性質のあらわれとも考えられる。分類上 *Cembrae* に属する *P. koraiensis* も特異な肥大生長の経過を示した。この種では肥大生長の低下期が6月に認められ、生長回復期が6月末にあらわれた。

マツ属の針葉長を比較した場合、北アメリカ西部、地中海沿岸地域の冬雨型の気候区を原産とするマツ属では原産地における針葉長より短い例が多く、異常な生長とは断定し得ないけれども夏雨型の気候区を原産とするマツ属とは異なる傾向が指摘されていた³⁾。これらの地域のマツ属の幹の肥大生長が *P. densiflora*, *P. thunbergii* などと異なる生長経過は *P. morrisonicola*, *P. koraiensis* と同様原産地の気候に適応した性質のあらわれであるかも知れない。ただし、個体差があり、測定数が1個体であるため詳しい検討は困難で、今後の問題点であろう。

3. 多節型の伸長様式をもつマツ属の肥大生長

前報で示した通り、多節型のマツ属は主軸の伸長様式のちがいによって *P. banksiana* 型と *P. taeda* 型のグループに分けられた。*P. taeda*

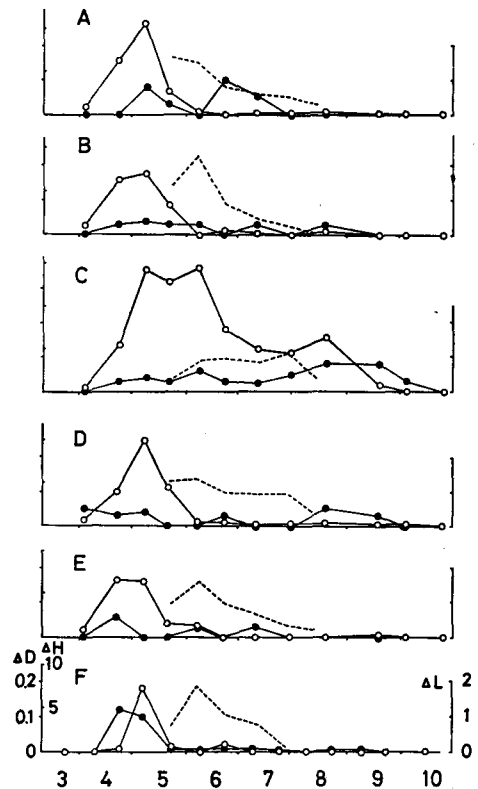


Fig. 3. Seasonal course of stem diameter growth (ΔD : solid circle), leader elongation (ΔH : open circle) and needle elongation (ΔL : broken line) in several *Haploxylon* pine species (daily increment in mm).

A: *P. koraiensis*, B: *P. armandi*,
C: *P. morrisonicola*, D: *P. excelsa*,
E: *P. monticola*, F: *P. strobus*

型の主軸伸長は夏芽 (Summer bud) を形成するグループの伸長様式であり、1 生育期間に数回の伸長をくりかえす。*P. banksiana* 型の主軸伸長は単節型とほぼ同様の伸長様式を示すが、芽の形態が著しく異なり、冬芽の段階で枝階がすでに準備された形態をもつマツ属である。

マツ属の幹の肥大生長は *P. taeda* 型と *P. banksiana* 型とで異なる生長様式をもつように思われる。*P. taeda* 型のマツ属の肥大生長は他のマツ属同様、3月下旬から4月上旬頃に生長を開始する。しかし、その後の生長経過は単節型の生長経過とは著しく異なる。図-4に示されたように春の主軸伸長に伴う肥大生長はごくわずかで、幹の肥大は主に6月以後の夏から秋に認められた。いいかえれば、これらのマツ属の肥大生長は葉の展開に伴ってあらわれる。ただし、主軸伸長のリズムは個々の枝の伸長リズムと異なるので、*P. greggii*, *P. patula*, *P. echinata* などの例から理解されるように、主軸伸長のリズムと肥大生長の季節的な変化との間には直接の相互関係は認められない。

図-4に示したマツ属のうちで、*P. virginiana* はマツ属分類上 *P. banksiana*, *P. contorta* などを仲間とする *Insignes* に属する。このため冬芽の形態は *P. banksiana* 型であるが、一度伸長した主軸がさらに夏に伸長をくりかえす伸長様式は *P. taeda* 型の性質も認められ、*P. virginiana* の幹の肥大生長の経過は明かに

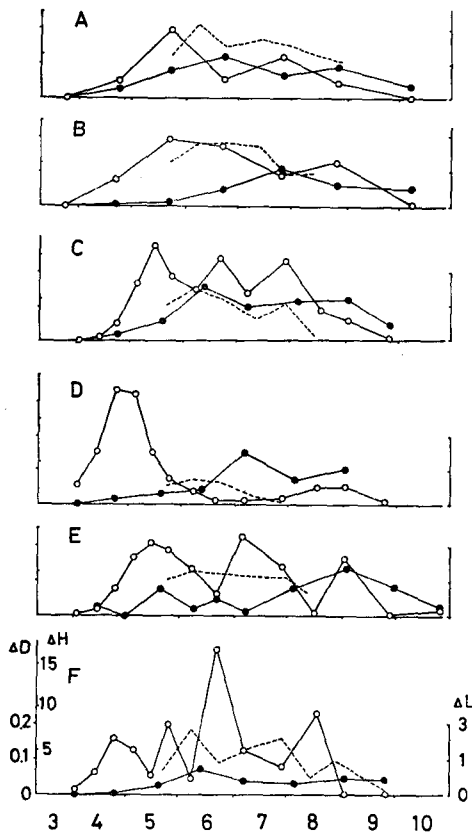


Fig. 4. Seasonal course of stem diameter growth (ΔD : solid circle), leader elongation (ΔH : open circle) and needle elongation (ΔL : broken line) in several pine species of *P. taeda*-type of shoot elongation (daily increment in mm).

A: *P. elliotii*, B: *P. taeda*,
C: *P. echinata*, D: *P. virginiana*,
E: *P. greggii*, F: *P. patula*

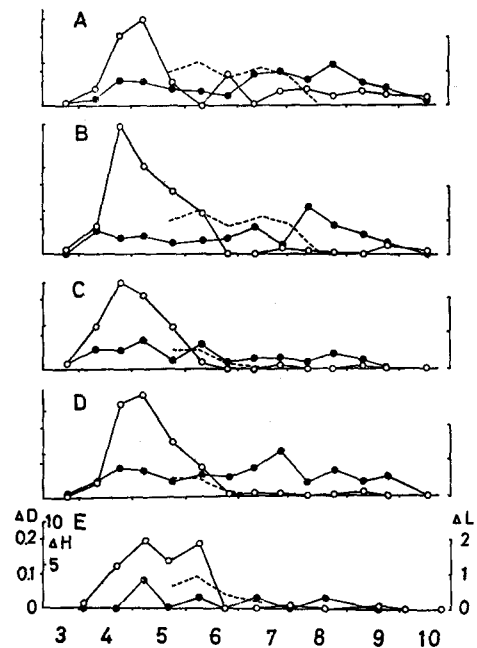


Fig. 5. Seasonal course of stem diameter growth (ΔD : solid circle), leader elongation (ΔH : open circle) and needle elongation (ΔL : broken line) in three pine species of *P. banksiana*-type of shoot elongation (daily increment in mm).

A, B: *P. rigida*, C, D: *P. banksiana*,
E: *P. contorta*

P. taeda と類似した生長を示した。

P. banksiana 型のマツ属の幹の肥大生長は春の主軸伸長に伴って始まるが、主軸伸長が停止し、葉の伸長が始まっても肥大生長の速度には明確な低下が認められず、夏以後の生長に引き続く（図一5）。春から秋まではほぼ一定の状態が続く肥大生長の様式はこれらのマツ属グループの特徴的な性質であるものと思われる。

総 合 討 論

マツ属の幹の肥大生長は主軸の伸長様式と密接な関係にあり、2, 3の例外はあるもののおおまかにみると、主軸伸長様式に対応した3様式に分けられた。すなわち、*P. densiflora*, *P. taeda*, *P. banksiana* をそれぞれ代表種とする肥大生長様式である。幹の肥大生長の季節的な変動が主軸の伸長様式と対応関係にある現象には、当然それぞれの生長様式を支える機構があるものとみなしてよいであろう。

KIENHOLZ¹¹⁾ は単節型の *P. resinosa*, *P. strobus* およびその他の針葉樹の幹の肥大生長、主軸伸長、針葉伸長のそれぞれの季節変動を調べ、それぞれの生長の相互関係を次のようにのべている。春の幹の肥大生長と主軸伸長およびそれに伴う針葉伸長は、主に前年度に蓄積された貯蔵養分を消費して生長するが、夏の主軸伸長停止と肥大生長の低下は貯蔵養分の消耗と関係する。また、第2回目の幹の肥大生長は新しく伸長した葉によってもたらされるものである。

単節型のマツ属の生長の相互関係を説明する KIENHOLZ¹¹⁾ の説は島地が *P. densiflora* の幹に蓄積されるデンプン量と形成層活動の関係を調べた報告、古野が *P. densiflora* の針葉の摘葉試験を行なった報告を合せて判断することでその妥当性がうらづけられるように思われる。*P. densiflora* の節部に貯蔵されるデンプン量は7月下旬から8月上旬の頃に極小となり、その後再び徐々に蓄積が進み、晩秋まで増加を続ける。一方、古野は食葉性害虫に対する樹木の抵抗性を調べるために、それぞれの季節に摘葉試験を行なった。その結果によれば、*P. densiflora* の針葉伸長がほぼ完了した夏の、貯蔵デンプン量が極少になると思われる季節に全葉を摘葉するとほとんどの苗木は枯死する。同様の結果は単節型マツ属の *P. thunbergii*¹²⁾, *P. strobus*¹³⁾ でも確認されたが、多節型の *P. taeda*¹⁴⁾ では枯死することはなかった。*P. taeda* では夏芽を伸長する性質があるので、生育期間内に全摘葉を受けた個体は樹体に残されている貯蔵養分を消費して芽を伸ばし葉の確保がなされる。単節型の *P. densiflora* では春に一度伸長した芽は翌年春まで伸長を停止する性質があり、このため生育期間内に全摘葉を受けた個体は葉が伸びない状態で翌春までおかれる。この間に枯死するといわれる。これらのマツ属でも養分貯蔵がすすんだ季節では枯死はほとんど起らない。以上の検討から、*P. densiflora* の主軸、針葉の伸長および肥大生長などの生長様式および養分貯蔵のリズムは、*P. densiflora* その他の単節型のマツ属が原産地の気候に適応して確保した種の生長様式ともいえる。

P. taeda 型の伸長様式をもつマツ属では、次々と新しい芽が伸長し、新しい針葉が展開する。春の主軸伸長に伴う肥大生長はたち遅れ、主な肥大生長の季節は夏以後になる。このグループのマツ属の春の肥大生長の遅れは、前年度秋遅くまで生長を続けるために翌年にくりこす養分貯蔵量がすくないことに起因しているとも考えられる。極言すれば、これらのマツ属の生長は生育期間内に生産した物質を利用して生長する生長様式をもつものとみなされる。さらに、この生長様式も気候に対応して種が確保した性質と思われる。

単節型のマツ属は主に温帯から寒帯にかけての地域、¹⁵⁾ いいかえれば、四季の変化が明らかとなり、生育期間が比較的短い地域に分布する。*P. taeda* 型のマツ属が主に熱帯から温帯にかけての

生育期間が長い低緯度地域に分布していることはマツ属の生長様式と関係した興味ある対応である。

P. banksiana 型の伸長様式をもつマツ属では、春の肥大生長が単節型にくらべて低く、生長は秋まで持続する。この意味では、*P. taeda* 型の肥大生長様式と対応する。しかし、春の主軸伸長に伴う肥大生長も明らかで、この傾向は単節型のマツ属の性質とも考えられる。これらのマツ属は主に *P. taeda* 型のマツ属が分布する北に分布地域をもち、*P. taeda* 型の生長様式と連続した高緯度地域に適應した生長様式とみなすこともできよう。

引用文献

- 1) MIROV, N. T.: The Genus *Pinus*. The Ronald Press Company. New York, 1967
- 2) 田中弘之・大畠誠一・赤井龍男: 外国産マツ属の新梢の伸長と形態, 京大演集報 11, 38~49, 1976
- 3) 大畠誠一・中井 勇・赤井龍男: マツ属の針葉伸長について, 京大演集報 11, 58~68, 1976
- 4) 尾中文彦: 樹木の肥大生長の縦断的配分, 京大演報 18, 1~97, 1950
- 5) 黒岩菊郎・吉野連一・高橋五良: キリの日肥大成長曲線(II), 成長期間中の変化, 日林誌 40, 4, 139~145, 1959
- 6) OOHATA, S. and SHIDEI, T.: Seasonal changes in respiratory rate of stems and their growth, 京大演報 43, 63~72, 1972
- 7) 島地 謙: 形成層活動と節部澱粉量の季節変化(予報), 77回日林講, 181~183, 1966
- 8) NAGATA, H.: Studies on the photoperiodism in the dormant bud of *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. (VI), Photoperiodism in the terminal buds in the stage of formation in second-year-seedlings., 日林誌 51, 85~90, 1969
- 9) 佐多一至: 苗木ノ上長生長ト気象トノ関係ニ就テ(第1回報告), 林試報 29, 95~142, 1929
- 10) SHAW, R. D.: The genus *pinus*, Cambridge Printed at the Riverside Press, 1914
- 11) KIENHOLZ, R.: Leader, needle, cambial and root growth of certain conifers and their interrelations, Bot. GZ., 96, 73~92, 1934
- 12) 古野東洲: 林木の生育におよぼす食葉性害虫の影響, 京大演報 35, 177~206, 1964
- 13) ———: ストローブマツの生育におよぼす摘葉の影響, 京大演報 47, 1~14, 1975
- 14) ———: テーダマツの生育におよぼす摘葉の影響, 京大演報 43, 73~84, 1972
- 15) CRITCHFIELD, W. B. and LITTLE, E. L. JR.: Geographic distribution of pines of the world. U. S. Dept. Agr. For. Serv. 1966

Résumé

The seasonal course of cambial growth or diameter growth and leader elongation of 27 pine species was measured to clarify the nature of growth pattern of cambial activities during the 1975 growing season at Kamigamo Experimental Forest Station of Kyoto University, Kyoto. Some data of the growth measured in 1976 and needle elongation examined in 1973 were supplemented to the results to compare with interrelation among their growth activities.

1. Although the cambial growth of pines began in late March or early April and ceased about November, the course of growth was different each other by the type of leader elongation. The course of change of cambial activities was roughly divided into three types of uni-nodal, *P. taeda* and *P. banksiana* type corresponding with the type of shoot elongation.

2. The cambial growth of many pines of uni-nodal type started, reached its maximum and declined with the growth course of leader elongation in spring, and in many species of this type second surge of growth began in autumn when the needles were nearly grown up (Fig. 2, 3). The slump in cambial growth rate in summer may be associated the depletion of reserve food stored in the trees, as mentioned by KIENHOLZ.

3. The cambial growth of *P. taeda*-type was low rate in spring, and reached maximum in summer or autumn, with the growth of shoot and needles (Fig. 4). The particular growth of leader and cambium of this group may be associated with the food accumulation assimilated by new leaves in the growing season, in contrast with that of uni-nodal pines.

4. The cambial growth of *P. banksiana*-type of leader elongation was rather constant rate than otherwise during growing season (Fig. 5), not clearly drop off in summer or surge in autumn. This pine group may have a transitive pattern of the growth between those of uni-nodal and *P. taeda*-type.